

IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO SOBRE LA CAPACIDAD DE LA FUERZA REACTIVA, UN ESTUDIO EN BICICROSISTAS DEL CLUB PEÑAMONTE

**Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación**



MAESTRÍA EN DEPORTE

Lic. Luis Pachón Castañeda

Director: Dr. Christian Martín García-Witulski

“Corre con tu corazón y tus pies te seguirán”

Cuando inicié este viaje sabía que no era fácil, pero al dar el primer paso me dispuse a adquirir todo el conocimiento posible.

Solo quiero darle gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir esta experiencia y con ella la posibilidad de crecer personalmente, profesionalmente y espiritualmente.

A mis padres que con su voz de aliento y su amor incondicional me brindaron seguridad para continuar adelante.

A la Universidad por poner a mi servicio sus recursos y formarme.

A mi tutor por sus valiosos aportes y diligencia a la hora de guiarme.

A mis amigos que de una u otra forma estuvieron conmigo.

“No confundas el deseo con voluntad. Todos desean cosas, pero pocos tienen la voluntad de remangarse y trabajar para hacerse con ellas y comprobar si merecían o no ser deseadas de verdad” (Chojin).

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 TEMA	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1. Objetivo General.....	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
1.3. MARCO TEÓRICO	13
1.3.1. La Pliometría	15
1.3.2. Fuerza Reactiva	15
1.3.3. Fisiología de los Ejercicios Pliométricos.....	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1. LOCALIZACIÓN.....	17
2.2. MUESTRA	18
2.3. TEST APLICADOS	19
2.3.1. Test de Velocidad 390 Metros Partidor Pro	19
2.3.2. Test de Bosco - saltos	20
2.3.2.1. "Squat Jump" (Salto de Talón)	21
2.3.2.2. Salto con Contra Movimiento.....	22
2.4 VALIDACIÓN ESTADÍSTICA.....	23
2.4.1 Prueba T-Student muestras independientes	24

2.4.2. Prueba T-Student muestras emparejadas	24
2.4.3. Prueba de Normalidad	25
2.4.4. Prueba de Homocedasticidad.....	25
2.4.5. Criterio para hacer inferencia estadística.....	25
2.5. HERRAMIENTAS DE TRABAJO	26
2.5.1. Herramientas físicas	26
2.5.2 Herramientas digitales	28
3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO	28
3.1. DIAGNÓSTICO	28
3.1.1. Pre Test de Bosco	28
3.1.2. Pre Test de Velocidad.....	29
3.2. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL PROGRAMA	29
3.2.1. Protocolos de Entrenamiento Pliométrico	30
3.2.2. Riesgos	31
3.2.3. Duración	32
3.2.4. Cronograma	32
3.2.5. Contenido Microciclo y sesión de entrenamiento	35
4. RESULTADOS	38
4.1. PRUEBA T-STUDENT MUESTRAS INDEPENDIENTES.....	38
4.1.1. Prueba de Normalidad	38
4.2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD.....	39
4.3. SQUAT JUMP	40
4.4. SALTO CON CONTRA MOVIMIENTO (CMJ).....	41
4.5. TEST DE VELOCIDAD 390 METROS	41
4.6. TIEMPOS AGRUPADOS POR GÉNERO Y GRUPO	42

4.6.1. Rama Masculina	42
4.6.2. Rama Femenina	42
4.6.3. Grupo Experimental Rama Masculina	43
4.6.4. Grupo Control Rama Masculina.....	44
4.6.5. Grupo Experimental Rama Femenina	44
4.6.6. Grupo Control Rama Femenina.....	45
4.7. PRUEBA T-STUDENT MUESTRAS EMPAREJADAS.....	46
4.7.1. Prueba de Normalidad	48
5. DISCUSIÓN.....	50
6. CONCLUSIONES.....	54
7. REFERENCIAS	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	PÁG.
Tabla 1	Biciclosistas seleccionados para el Programa de Entrenamiento	18
Tabla 2	Programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios afines	30
Tabla 3	Microciclo (Semana de entrenamiento Pliométrico)	34
Tabla 4	Sesión de entrenamiento pliométrico BMX	35
Tabla 5	Salto por sesión de entrenamiento – sesiones 1 a 8	36
Tabla 6	Salto por sesión de entrenamiento – sesiones 9 a 16	36
Tabla 7	Prueba de Normalidad muestras independientes	38
Tabla 8	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	38
Tabla 9	Control Altura promedio (cm) Squat Jump	39
Tabla 10	Tiempos obtenidos en los test de velocidad	41
Tabla 11	Tiempos obtenidos en el transcurso del programa (hombres)	41
Tabla 12	Tiempos obtenidos en el transcurso del programa (mujeres)	41
Tabla 13	Tabla estadística descriptiva muestras emparejadas	46
Tabla 14	Resumen estadística descriptiva muestras emparejadas	47
Tabla 15	Prueba de Normalidad muestras emparejadas	48

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PÁG.
Figura 1	Pista de BMX “Peñamonte” donde se desarrolla el Programa	14
Figura 2	Mapa Municipio “Villa de san Diego de Ubaté” (Colombia)	17
Figura 3	Test de Velocidad Grupo Experimental – Pista Peñamonte	20
Figura 4	Descripción grafica de la ejecución – Squat Jump	22
Figura 5	Descripción grafica de la ejecución – Con contra movimiento	23
Figura 6	Plataforma de contacto, sistema Biosaltus – II&B.	26
Figura 7	Página de inicio del software para la evaluación de los diferentes saltos	27
Figura 8	Macro ciclo del Club Peñamonte 2016	33
Figura 9	Altura promedio (cm) Squat Jump (Test 1, 2, 3 y 4)	39
Figura 10	Altura promedio (cm) Salto con Contra movimiento	40
Figura 11	Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt hombres grupo experimental	42
Figura 12	Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt hombres grupo control	43
Figura 13	Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt mujeres grupo experimental	44
Figura 14	Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt mujeres grupo control	45

RESUMEN

Objetivo: Se analizó el efecto de un Programa de Entrenamiento Pliométrico sobre la capacidad de fuerza reactiva en ocho bicicrosistas, con el propósito de acortar los tiempos cronometrados en pista.

Material y métodos: Se empleó un método experimental, donde se seleccionaron dos grupos que correspondían al grupo control y al grupo experimental, conformados por cuatro personas cada uno con características similares. El primer grupo entrenó de la forma tradicional y el segundo grupo siguió el Programa de Entrenamiento Pliométrico, con una duración de seis meses. Cada mes se realizó una batería de test planteados por Bosco (Squat Jump y salto con contra movimiento), utilizando una plataforma de contacto BIOSALTUS_II&B. Posteriormente se llevó a cabo una serie de pruebas de velocidad teniendo en cuenta las especificidades del deporte, para analizar la evolución de los deportistas durante el Programa y determinar si existieron diferencias significativas entre los tiempos previos al mismo y los cronometrados al final.

Resultados: Se encontró una mejora en el grupo experimental en cuanto a la altura de salto obtenida en el transcurso del programa y reducción de sus tiempos. Además, este grupo logró sostener más tiempo la línea de rendimiento frente al grupo control. El 75% del grupo experimental superó la barrera de los dos segundos, lo cual en un deporte como el BMX puede ser determinante.

Conclusión: Se estableció como recomendación que el Entrenamiento Pliométrico tenga una duración mayor a los seis meses, manteniendo dos sesiones por semana.

- *Palabras Clave: Pliométrico, Fuerza Reactiva, Bicicrosistas, Programa de entrenamiento.*

ABSTRACT

Objective: It was analyzed the effect of a Plyometric Training Program on the reactive force capacity in eight bicyclists with the purpose of shortening the timed times on track.

Material and Method: The method used was experimental, where two groups were selected that correspond to the control group and the experimental group, formed by four people each with similar characteristics. The first group trained in the traditional way and the second group followed the Plyometric Training Program, for six months. Each month a Bosco test battery (Squat Jump and jump with counter movement) was carried out using a contact platform BIOSALTUS_II&B. Subsequently a series of speed tests were performed taking into account the specificities of the sport, to analyze the evolution of the athletes during the Program and to determine if there were significant differences between the times before the same and the timed at the end.

Results: After the training program there was an improvement in the experimental group in terms of height obtained during the program and reduction of their times. In addition, it managed to hold more time the line of performance against the control group. 75% of the experimental group overcome the barrier of the two seconds, which in a sport like the BMX can be determinant.

Conclusion: It was established as a recommendation that the Plyometric Training lasts longer than six months, maintaining two sessions per week.

Keywords: Plyometric, Reactive Force, Bicyclists, Training Program.

1. INTRODUCCIÓN

Las capacidades físicas requeridas para los bicicrosistas son variadas. Sin embargo, el presente trabajo considera analizar la fuerza reactiva como la capacidad que puede impactar en los tiempos obtenidos por los bicicrosistas del Club Peñamonte BMX.

Para examinar cómo se pueden lograr mejores tiempos es necesario primero reconocer que uno de los obstáculos es un programa de entrenamiento tradicional que no explota las capacidades físicas de los bicicrosistas. El programa tradicional manejado por Peñamonte¹ se centra en la técnica dejando de lado las capacidades físicas específicas del BMX.

Por esta razón se propone un Programa de Entrenamiento Pliométrico, con una duración de seis meses, para un total de 24 semanas, con una intensidad de dos sesiones por semana y 2 horas por sesión, y un promedio de 250 saltos por día. Para evaluar el impacto de dicho Programa se desarrolla un método experimental que consiste en dividir al grupo de bicicrosistas en dos, un grupo experimental al cual se le aplica el Entrenamiento Pliométrico sobre la capacidad de la fuerza reactiva, y un grupo control que no participa del entrenamiento específico sino que entrena de la forma tradicional. El propósito es comparar los resultados entre los dos grupos y observar si existen mejoras significativas en el tiempo total del recorrido en la pista y en el partidador (salida). El Programa se encuentra dentro del paradigma positivista, ya que cuenta con un enfoque metodológico predominantemente cuantitativo, que admite la recolección de datos, que a su vez son transformados en unidades numéricas para un análisis estadístico que argumenta matemática y objetivamente los resultados.

Para realizar el estudio estadístico se aplica a los grupos una batería de test planteados por Bosco (Squat Jump “salto de talón” y salto con contra movimiento), cuyos resultados son analizados posteriormente utilizando la plataforma de contacto BIOSALTUS_II&B, que cuenta con un sistema integrado de Evaluaciones Biomecánicas por tecnología de contactos.

¹ Peñamonte: Club deportivo y escuela de BMX. Ubicado en el Kilómetro 3,5 Vía -Ubaté – Bogotá (Colombia). www.peñamonte.com.

La presente investigación busca determinar la influencia de un Programa de Entrenamiento Pliométrico sobre la capacidad de la fuerza reactiva de los bicicrosistas que les permita recorrer la pista en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta que dicho entrenamiento está diseñado para producir movimientos rápidos y potentes. Es el más indicado para estos deportistas, ya que la esencia de la pliometría radica en lograr que los músculos apliquen la mayor fuerza posible en el menor tiempo, apelando a la capacidad elástica y a la fuerza muscular, convirtiéndose en una forma de reducir los tiempos.

En las siguientes secciones del trabajo se expone la importancia y ventajas de la pliometría en el BMX, con un enfoque desde la fisiología del ejercicio, revisión de estudios afines y publicaciones que se han realizado sobre este método de entrenamiento, para luego presentar la metodología aplicada a los bicicrosistas de Ubaté y los correspondientes resultados.

1.1 TEMA

El tema de la presente Tesis es “Potenciar la fuerza reactiva en bicicrosistas a través de la pliometría” haciendo referencia a un método específico en la potencialización de la fuerza (Bosco, 1982) "dirigido al desarrollo de la fuerza explosiva muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular”.

Dado lo anterior se pretende desarrollar una propuesta de entrenamiento específico usando como referencia las exigencias físicas y específicas del BMX. Teniendo en cuenta la recolección de datos arrojados por la batería de test específicos y el correspondiente análisis estadístico se espera obtener resultados significativos que sustenten la construcción y valides de la propuesta.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar la incidencia del entrenamiento sobre la fuerza reactiva con ejercicios pliométricos para potenciar la salida y mejorar los tiempos en bicicrosistas del Municipio de Ubaté (Colombia).

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar el nivel de desarrollo de las capacidades físicas en el que se encuentran los bicicrosistas previo a la implementación del programa.
- ✓ Diseñar y realizar la implementación de un programa pliométrico en pro de la potencialización de la fuerza reactiva.
- ✓ Evaluar la potencia reactiva de los deportistas mediante el Squat jump “salto de talón” y el salto con contra movimiento en una plataforma de contacto.
- ✓ Analizar los gestos técnicos de la salida potenciando las capacidades físicas para aprovecharlas en los primeros 10 metros.
- ✓ Identificar el impacto de la aplicación del programa de entrenamiento pliométrico en los bicicrosistas.
- ✓ Analizar estadísticamente si se producen mejoras significativas en los resultados obtenidos por los bicicrosistas.

1.3. MARCO TEÓRICO

El BMX es considerado un deporte joven a nivel olímpico ya que a mediados del 2008 debutó en los juegos de Beijing en la modalidad de circuito, que consiste en recorrer la pista en el menor tiempo, compitiendo en series de 8 corredores pasando rondas eliminatorias hasta disputar la final y contra reloj, modalidad en la cual el bicicrosista debe realizar un recorrido en forma individual buscando alcanzar el mejor tiempo.

Desde entonces ha empezado su gran auge que ha resultado en una serie de cambios a nivel técnico y competitivo, donde las diferentes ciencias y modelos de entrenamiento buscan que los distintos clubes y selecciones nacionales figuren a nivel mundial en la disciplina.

En competencia los bicicrosistas cuentan con pausas de recuperación de 30 minutos aproximadamente entre carrera y carrera, la pista debe estar ubicada en un terreno plano con saltos, desniveles y curvas, comenzando con una salida en descenso, que es clave para recorrer la pista en el menor tiempo posible (Figura 1).

Se utilizan dos tipos de partidores, para iniciación a 17 años, partidior Challenger de 6 metros de altura; y para categoría elite y expertos, partidior pro de 10 metros de altura.

El BMX es considerado un deporte con F.C Max. Referente al 90% de la de FC de reserva, los elevados valores de esfuerzo percibido y la propia duración de la prueba, (30 – 40 segundos), que llevan a considerar que la “glucólisis anaeróbica es la principal responsable del rendimiento” (Zabala & Sanchez , 2009).

El bicicrosista genera una contracción concéntrica pasando a la fase de contracción excéntrica (salida en el BMX), y durante el transcurso de la carrera la técnica de pedaleo genera la misma contracción, aprovechando el ciclo de acortamiento y estiramiento estimulando una respuesta de los receptores sensoriales (husos musculares) y de los órganos tendinosos de Golgi.

Esta disciplina es cíclica anaeróbica, donde se genera ácido láctico “posiblemente en respuesta a la activación de la glucogenolisis como alternativa metabólica cuando el ejercicio es muy intenso y de corta duración, actuando como sustrato energético de gran calidad” (Brooks, 2007). La Federación Argentina en sus mediciones de lactato, señala concentraciones de lactato sanguíneo en entorno de los 8,55 mMol/l con registros de llegar hasta 18 mMol/l

Teniendo en cuenta lo anterior, el método de Entrenamiento Pliométrico puede ser el más indicado para mejorar la capacidad de la fuerza reactiva, para potenciar y desarrollar la velocidad específica del bicicrosista. Como se enfoca en mejorar la fuerza reactiva, aporta grandes beneficios, por ejemplo (Barnes, 2003):

- El estiramiento previo del músculo aumenta el efecto de trabajo de la contracción posterior.
- El trabajo concéntrico del músculo, que comienza a contraerse luego del estiramiento previo en estado de tensión, es mayor que el trabajo concéntrico del mismo músculo cuando se contrae en estado de tensión isométrico.
- El exceso de fuerza en el proceso de estiramiento aumenta según la velocidad y extensión, es mayor cuanto más rápida es la contracción luego del estiramiento.

Figura 1. Pista de BMX “Peñamonte” donde se desarrolla el Programa



Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

1.3.1. La Pliometría

Barnes (2003) afirma que la pliometría es una herramienta que emplea el entrenamiento de la fuerza reactiva para mejorar el rendimiento de los deportistas, potenciando la velocidad o la saltabilidad. Es considerado un método específico en la potencialización de la fuerza, dirigida al desarrollo de la fuerza explosiva muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular.

La metodología de ejecución debe ser bien estructurada teniendo en cuenta que se trata de ejercicios de impacto y pueden resultar contraproducentes si son mal ejecutados. El entrenamiento puede ser adaptado de acuerdo a las características del deportista convirtiéndose en una herramienta de estudio permanente.

Zatsiorski & Donskoi (1988) afirman que el entrenamiento pliométrico garantiza un desarrollo acelerado del máximo impulso dinámico de fuerza. La transición entre el trabajo excéntrico y el concéntrico es muy rápida; la acumulación de tensión muscular en la fase de amortiguación y la inexistencia de sobrecarga suplementaria, garantizan un mayor trabajo muscular en la fase de impulso y una mayor velocidad de contracción muscular, que se manifiesta en una mayor altura de vuelo después del impulso; la energía cinética provocada por la caída no disminuye la velocidad de contracción muscular ni aumenta la fase de transición, sino que crea reservas para lo contrario; en la fase de impacto y amortiguación, el sistema nervioso y el sistema motor son obligados a reaccionar ante condiciones externas tan elevadas que exceden las capacidades a desarrollar por la simple acción volitiva.

1.3.2. Fuerza Reactiva

Thomas et. al (1995) utilizan el Índice de una plataforma de contacto con un protocolo de saltos con caída para diferenciar varias cualidades de la fuerza en velocistas y saltadores, el índice de fuerza reactiva se obtiene al dividir la altura del salto por el tiempo de contacto previo al despegue (altura del salto/tiempo). Las evaluaciones se realizan en un rango de alturas de caída para imponer cargas incrementales de estiramiento sobre los extensores de la rodilla, y el índice

de fuerza reactiva se interpreta como un indicador de la habilidad del deportista para soportar dichas cargas durante el componente pliométrico de su acondicionamiento y preparación general.

El atleta Carlos Vittori (2000), en sus publicaciones durante los años noventa, la define como “un ciclo doble de trabajo muscular de estiramiento seguido de acortamiento”. La fuerza reactiva es una manifestación de fuerza dinámica y se trabaja a través de levantamientos reactivos.

Herrera & Ruiz (2006) la describen como la “habilidad para cambiar rápidamente de una contracción excéntrica a una contracción concéntrica”. Es la manera en que el deportista alterna los ciclos de estiramiento y acortamiento muscular en el menor tiempo posible. A esta combinación de contracciones concéntricas y excéntricas también se le denomina “contracciones pliométricas” o “manifestación reactiva de la fuerza” (Cometti, 1998, págs. 11-80).

Bompa (2000) describe la fuerza reactiva como una manifestación de fuerza dinámica que se trabaja a través de levantamientos reactivos, aterrizajes desde altura, saltos en profundidad, entrenamiento en declive o realizando excéntricos con bandas elásticas. Define dos tipos de fuerza reactiva: fuerza explosivo-elástica (el ciclo de acortamiento-estiramiento es lento, el trabajo tiene una velocidad baja) y fuerza reactivo-elástica (el ciclo de acortamiento-estiramiento es rápido, el trabajo tiene una velocidad alta).

1.3.3. Fisiología de los Ejercicios Pliométricos

De acuerdo a Mazzeo (2008), para que el cuerpo humano produzca un movimiento los músculos se contraen (Contracción concéntrica). En este tipo de contracciones se puede llegar a producir gran cantidad de energía, que será mayor si el músculo se alarga antes de la contracción.

Para que en el bicirós el tiempo de transición entre la contracción excéntrica y la concéntrica sea mucho más corto, es necesario concentrarse en el ciclo de acortamiento del estiramiento, y es acá donde se requiere del entrenamiento pliométrico.

La pliometría es un método de entrenamiento que busca desarrollar la reacción explosiva de las contracciones musculares utilizando como herramienta esencial ejercicios con contracciones excéntricas rápidas.

-“Desde este punto de vista, durante el ejercicio pliométrico, el umbral de excitación aumenta enviando señales de limitación cuando el músculo aumenta la tensión. Esto facilita la fuerza de la contracción, con la acumulación de energía elástica, mayor que cualquier otro ejercicio normal de fuerza” (Bompa, 1995, pág. 367).

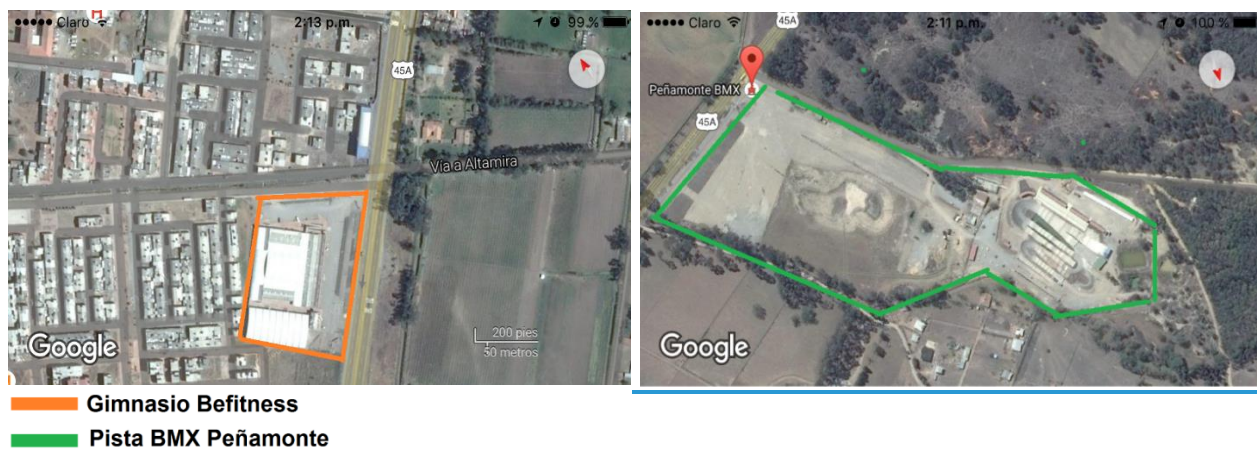
2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

El Programa de Entrenamiento Pliométrico se lleva a cabo en Colombia (Sur-América), en el Municipio “Villa de San Diego de Ubaté” perteneciente al departamento de Cundinamarca, en convenio con el Club de BMX Peñamonte y el gimnasio funcional Befitness Ubaté, donde se realiza el entrenamiento específico y los test en la superficie de contacto.

En la siguiente imagen se encuentran señaladas las instalaciones del gimnasio Befitness Ubaté con color naranja, y la pista de BMX Peñamonte con color verde.

Figura 2: Mapa Municipio “Villa de san Diego de Ubaté” (Colombia).



Nota: elaboración propia con base en google maps 2016 (lat. 5.2742272, - lon.73.8349475)

2.2. MUESTRA

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la elección de los deportistas:

- Más de cuatro años de entrenamiento en bicigrós.
- Los mejores tiempos en la pista Peñamonte.
- Cuatro torneos (mínimo) en campeonatos nacionales.
- Opciones de clasificar a la copa del mundo que organiza la UCI en Medellín.
- Contar con el aval medico otorgado por el fisioterapeuta Carlos Andrés Morales.

De esta forma, como se muestra en la Tabla 1, en el estudio participó un grupo de ocho bicigrósistas pertenecientes al Club de BMX Peñamonte de la Provincia del Valle de Ubaté, Colombia. Se trata de cuatro hombres en categoría crucero de 25 años y cuatro mujeres en categoría sub 18 expertos, que fueron distribuidos en dos grupos, el grupo control y el grupo experimental, como se muestra a continuación:

Tabla 1

Bicigrósistas seleccionados para el Programa de Entrenamiento

Nombre	Grupo	Edad	Sexo	Mejor tiempo
Jhoan Hernández	Experimental	26	M	32,75"
Juana García	Experimental	18	F	39,05"
Manuela García	Experimental	18	F	38,12"
Camilo Vanegas	Experimental	25	M	34,12"
Luis Carlos Gordillo	Control	25	M	35,65"
Daniela Ballesteros	Control	18	F	40,45"
Sahara Urrego	Control	18	F	47,50"
Carlos Castañeda	Control	25	M	38,34"

Una vez seleccionados los dos grupos de estudio, cada uno conformado por dos hombres y dos mujeres, el grupo experimental inicia el Programa de Entrenamiento Pliométrico sobre la capacidad de la fuerza reactiva, y el grupo control que no participa del entrenamiento específico,

entrena de forma tradicional. Ninguno de los deportistas tiene experiencia en entrenamiento pliométrico y son sometidos a los mismos test iniciales previos al Programa.

2.3. TEST APLICADOS

2.3.1. Test de Velocidad 390 Metros Partidor Pro

El Programa de Entrenamiento Pliométrico sobre la capacidad de la fuerza reactiva tiene como propósito reducir los tiempos cronometrados en pista. Para el registro de los tiempos, la pista Peñamonte de 390 metros de distancia cuenta con un partidor UCI (Unión Ciclista Internacional) de diez metros de altura, y con una caja especial con módulo de voz equipo PRO GATE², con TIMMER (usada en el último campeonato mundial realizado en Zolder Bélgica 2015), el cual brinda fiabilidad en la toma exacta de los tiempos².

Se implementa un sistema de salida que impide la anticipación de los corredores, llamado Random Star, que incluye un gato hidráulico para subir y bajar la tabla de salida y una caja inteligente, sistematizada y segura para los corredores. La última adaptación cuenta con un módulo de voz que indica en la primera voz «Okay Riders, Random Star» (1.5seg.) dejando un tiempo en silencio (1,8seg.), y en la segunda voz «Riders Ready, Watch The Gate» (2seg.). Al terminar transcurre un espacio que oscila entre 0.1seg y 2.7seg para la activación de la señal principal de salida, determinada por un sistema de 4 pitos y 4 luces que se activan simultáneamente. Las luces corresponden a una luz roja, dos amarillas y una verde, que se activan con una pausa de 0.06 segundos entre sí. Con el último estímulo el partidor empieza a caer. La activación del pito y las luces dura 2.25 segundos, posteriormente se apagan para que el partidor vuelva a levantarse.

² Los tiempos son tomados en la Pista Peñamonte (390 Metros), por ende no tienen relación con los obtenidos en el último Mundial de Medellín Colombia, ya que la pista Mariana Pajon cuenta con una distancia de 420 Metros.

Figura 3: Test de Velocidad Grupo Experimental – Pista Peñamonte.



Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

Como se puede observar en la Figura 3, los bicicrosistas se ubican en el partidor pro de una altura de 8 metros. Tras la salida del corredor se activa un sensor fotoeléctrico o fotocélulas que se detiene cuando este llega a la línea de llegada. El deportista debe esperar la señal auditiva y visual para la partida, y debe recorrer la pista en el menor tiempo posible. Este dispositivo electrónico está diseñado especialmente para obtener tiempos sin margen de error en las carreras. La pista cuenta además con una cámara de foto Finish Lynx.

Durante el Programa se aplican 4 test de velocidad. A los ocho corredores se les aplica el mismo test en las mismas condiciones, una prueba individual y una por grupo, tomando el mejor tiempo registrado.

2.3.2. Test de Bosco - saltos

En la actualidad, en la mayoría de los deportes, la potencia es una de los factores más importantes para tener éxito. Para entrenar óptimamente dicho factor es necesario evaluar correctamente la fuerza explosiva. La potencia anaeróbica como valor de referencia para la planificación del entrenamiento de la misma, también es importante.

El test Bosco es una herramienta valiosa para evaluar las características individuales y para la selección de la cualidad específica de cada atleta. Dicho test consiste principalmente en seis saltos:

1. Squat Jump
2. Countermovement Jump
3. Squat Jump con carga
4. Abalakov
5. Drop Jump
6. Saltos durante 15 segundos

Para evidenciar la influencia del Entrenamiento Pliométrico sobre la capacidad de la fuerza reactiva se utilizan dos saltos específicos:

- "Squat Jump" (salto de talón)
- Salto con Contra movimiento

2.3.2.1. "Squat Jump" (Salto de Talón)

El Squat Jump (SJ) consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de una posición de flexión de piernas de 90°, sin ningún tipo de rebote o contra movimiento. Los miembros superiores tampoco intervienen en el salto puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización de salto. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos fijados en la cadera (Ferragut y col.,2003).

Figura 4: Descripción grafica de la ejecución - Squat Jump.



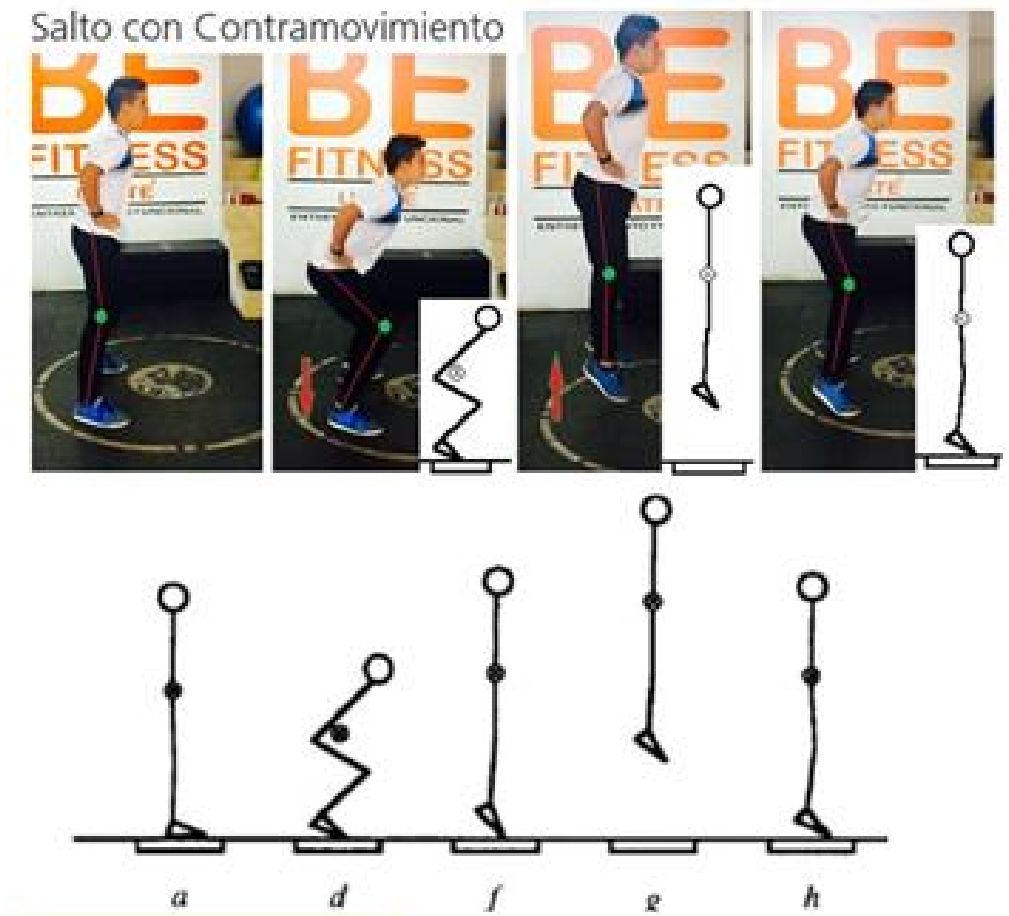
Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

2.3.2.2. Salto con Contra Movimiento

En el Counter Movement Jump (CMJ), el sujeto parte de la posición de pie, con las manos sujetas a las caderas, donde permanecen desde la posición inicial hasta el final el salto. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo. Se ha de observar el salto con los mismos criterios de validación que el Squat Jump.

Objetivo: Fuerza explosiva, reclutamiento unidades motoras (UM), % fibras rápidas (FT), reutilización energía elástica, coordinación intra e intermuscular. Modalidad: Trabajo concéntrico, precedido por una actividad excéntrica (Bosco, 1994).

Figura 5: Descripción grafica de la ejecución - Con contra movimiento



Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

2.4 VALIDACIÓN ESTADÍSTICA

2.4.1 Prueba T-Student muestras independientes

La prueba T-student se utiliza para evaluar si la media de las variables edad y tiempo, obtenidas en pruebas contra reloj antes de iniciar el programa, difiere o no significativamente entre los dos grupos muestrales (grupo control y grupo experimental), para garantizar que las características de los deportistas sean similares entre los mismos de manera que se evite algún margen de error (sesgo) en los resultados del programa. Se trata de un estudio transversal ya que evalúa al grupo en un mismo momento; las variables son aleatorias y numéricas (edad – tiempo), por lo cual se dice que es una prueba numérica para muestras independientes.

Hipótesis

Ho (hipótesis nula): No existe una diferencia significativa en las variables, tiempo y edad, entre los grupos muestrales.

H1 (hipótesis alterna): Existe una diferencia significativa en las variables entre los grupos muestrales.

2.4.2. Prueba T-Student muestras emparejadas

Con el objetivo de evaluar el impacto final del Programa Pliométrico sobre los tiempos registrados por los bicicrocistas, se contrastan dos medidas con datos del mismo grupo, una con los tiempos obtenidos antes del Programa y otra con los mejores tiempos obtenidos finalizado el mismo. De esta manera es posible comparar una variable numérica en el mismo grupo pero en dos momentos diferentes.

Se realiza una prueba estadística T-Student para dos muestras relacionadas, ya que se trata de un estudio longitudinal. La variable fija corresponde a los test aplicados. La variable aleatoria o variable de comparación en este caso es el tiempo registrado por los bicicrosistas (variable numérica).

2.4.3. Prueba de Normalidad

Para validar las pruebas T-student es necesario corroborar que los datos en ambos casos se distribuyen de manera normal. Para ello se utiliza la prueba Shapiro-Wilk teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra es de tan solo 8 bicicrosistas.

Hipótesis

Ho: Los datos se distribuyen de forma normal.

H1: Los datos no se distribuyen de forma normal.

2.4.4. Prueba de Homocedasticidad

También es necesario realizar un test de homocedasticidad o varianza constante, para garantizar que se cumplan todos los supuestos estadísticos que permitan obtener resultados eficientes, es decir, más precisos. Para esto se utiliza la prueba de Levene.

Hipótesis

Ho: las varianzas son iguales (homocedasticidad).

H1: las varianzas no son iguales (heterocedasticidad).

2.4.5. Criterio para hacer inferencia estadística

En las pruebas estadísticas mencionadas anteriormente, si el valor p es menor a 5%, se rechaza el planteamiento de la hipótesis nula (Ho). Por el contrario, si el valor-p obtenido en la prueba es mayor o igual a 5%, no es posible rechazar la hipótesis nula. Es decir:

Si $\text{valor-p} < 0,05$. Se rechaza Ho.

Si $\text{valor-p} \geq 0,05$. No se rechaza Ho.

2.5. HERRAMIENTAS DE TRABAJO

2.5.1. Herramientas físicas

La principal herramienta se trata de la plataforma de contacto BIOSALTUS_II&B, que cuenta con un sistema integrado de Evaluaciones Biomecánicas por tecnología de contactos y es usada en gran variedad de mediciones y análisis biomecánicos. Un sistema de medición para calcular la altura de los saltos así como su potencia. Permite obtener datos relacionados con las cualidades físicas de los deportistas, tales como la fuerza explosiva o la resistencia a la fuerza, al igual que datos relacionados con la biomecánica (Favon, 2015) como el tiempo de vuelo y contacto. Dado esto, la plataforma de salto se ha convertido en una herramienta fundamental a la hora de evaluar.

Figura 6. Plataforma de contacto, sistema Biosaltus-II&B



Nota: Foto archivo personal Luis Pachón 2016

La gran ventaja que sin duda ofrece la plataforma de salto es el software. Los programas más avanzados permiten elaborar planificaciones que tengan en cuenta las variables de volumen, intensidad y pausa, de forma tal que el entrenador recibe una excelente ayuda ahorrándose tiempo valioso.

Como se puede observar en la siguiente gráfica, los nombres de los deportistas son ingresados en la base de datos del software. En la parte superior de la pantalla se selecciona el tipo de salto a realizar a través de la opción “Saltos simples” o “Saltos múltiples”. También se puede elegir el tipo de prueba en la pestaña “Test”, donde al hacer la selección se despliega una imagen con la descripción correspondiente. Otras opciones son “cm” y “Tiempo”, que dependen del objetivo de la evaluación. Al oprimir “Ejecutar prueba” se inicia un conteo que pre dispone al deportista, quien después de una señal auditiva realiza el salto. En ese momento el software arroja los datos requeridos en la configuración.

Figura 7: Página de inicio del software para la evaluación de los diferentes saltos



Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

Otros materiales:

- Box Jump. Cajón para salto de (-40 – 50 – 60).
- Cinta métrica.
- Bosu (Superficie inestable).
- Balones medicinales.
- Bandas elásticas.

2.5.2 Herramientas digitales

El software empleado para la realización del análisis estadístico es I.B.M – SPSS Versión 23.0; un software potente y versátil que funciona como un complemento perfectamente integrado en MS Excel, lo que facilita el tratamiento y análisis de los datos.

I.B.M – SPSS permite observar por medio de graficas los diferentes resultados. De esta manera es posible evidenciar los cambios generados por el programa, comparando los datos antes y después de la aplicación del Entrenamiento Pliométrico.

3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO

3.1. DIAGNÓSTICO

En esta fase se identifica el nivel de desarrollo de las capacidades físicas en el que se encuentran los bicicrosistas previo a la implementación del Programa de Entrenamiento Pliométrico.

El objetivo es realizar una evaluación a los bicicrosistas del Club Peñamonte (grupo experimental y control) mediante la aplicación de una batería de test que permite obtener la información necesaria tanto de forma individual como grupal para posteriormente ser procesada y de esta manera lograr establecer las diferencias generadas por el Programa entre los dos grupos.

3.1.1. Pre Test de Bosco

Teniendo el aval médico y la autorización de los fisioterapeutas a cargo de las medidas antropométricas se da inicio a la evolución inicial- (Bosco & Komi, 1979). El propósito del

sistema de medición (con el que se realiza el Test de Bosco) es calcular la altura de los saltos que efectúan los bicicrosistas así como su potencia (Bosco, 2000). Proporciona los siguientes datos esenciales para llevar a cabo en el Programa:

1. Altura promedio.
2. Número de saltos.
3. Mayor y menor altura.
4. Potencia desarrollada.

Se realiza un calentamiento general. Luego uno específico enfocado en la activación neuromuscular que involucra fibras explosivas y rápidas, ejecutando ejercicios tales como saltos pliométricos y otros en superficies inestables— que se deben llevar a cabo con el propio peso corporal o con cargas muy bajas de un modo explosivo (Bosco, 2000). Se efectúan 3 repeticiones para cada tipo de salto registrando el mejor resultado. Entre cada repetición el intervalo de descanso es de 60 segundos.

3.1.2. Pre Test de Velocidad

Los tiempos que figuran como – (T.P-P. Tiempo Pre-Programa Pag 41 – tabla 10), en los test de velocidad de 390 metros, son el mejor tiempo registrado en entrenamientos y competencias en el programa de datos de la pista Peñamonte.

3.2. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL PROGRAMA

El objetivo de esta fase es diseñar un Programa de Entrenamiento Pliométrico teniendo como referencia los resultados obtenidos en el diagnóstico (Fase 1). El propósito es incluir en la rutina de entrenamiento de BMX un Programa de ejercicios pliométricos. Un modelo pensado y diseñado para potenciar los movimientos rápidos, explosivos y potentes, mejorando el rendimiento de los bicicrosistas, ya que se trata de un entrenamiento de resistencia y fuerza al mismo tiempo. El Programa no sólo mejora la fuerza y la velocidad, ayudando al deportista a

generar la máxima fuerza en el menor tiempo posible, sino que además puede mejorar la técnica de salida.

3.2.1. Protocolos de Entrenamiento Pliométrico

En la literatura aparece reflejada una gran variedad de protocolos de entrenamiento pliométrico, lo que dificulta concluir cual es el más adecuado. En la siguiente tabla se resumen las características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios.

Tabla 2

Características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios afines.

AUTOR	DURACIÓN DEL PROGRAMA	ALTURA DE CAÍDA EN LOS DJ	NUMERO DE SALTOS POR SESIÓN	TEST EN LOS QUE OBTUVO MEJORA
Hakkinen Komi (1985)	24 semanas 72 sesiones	No especifica	100-200	SJ (P<0,01)
Brown y Cols. (1986)	12 semanas 36 sesiones	No especifica	30	CMJ (P<0,05)
Gemar (1988)	8 semanas 16 sesiones	No especifica	No especifica	CMJ (P<0,05)
Wilson y Cols (1993)	10 semanas 30 sesiones	20-80 cm	30-60	CMJ (P<0,05)(10,33%)
Flarity y Cols (1997)	9 semanas 27 sesiones	No especifica	No especifica	Seargent (P<0,05)
Diallo y Cols (2001)	10 semanas 30 sesiones	30-40 cm	200-300	CMJ (P<0,01) (12,8%) SJ (P<0,1) (13,3%)
Matavulj y Cols (2001)	6 semanas 18 sesiones	50-100 cm	30	SJ (P<0,05)(12,8%) SJ (P<0,05)(13,3%)
Spurry Cols (2003)	6 semanas 15 sesiones	No especifica	127	CMJ (P<0,05)

Nota: Elaboración propia. SJ = Squat Jump, CMJ = Counter Movement Jump, RJ15" = Repeat Jump.

En cuanto al número de sesiones por semana y número de saltos por sesión, no existe unanimidad entre los autores, aunque todos indican la importancia de considerar la preparación y el nivel de

fuerza del deportista. En algunos estudios se recomienda para atletas preparados, dos sesiones por semana, pero hay autores que recomiendan tres sesiones por semana en otras publicaciones como se observa en la Tabla 2.

Verkhoshansky (1999) indica que sólo en el caso de atletas realmente preparados se pueden programar tres sesiones semanales. Sean dos o tres sesiones, en lo que sí coinciden los autores consultados es en la necesidad de respetar al menos un día de descanso (sin trabajo pliométrico) entre dos sesiones consecutivas.

Teniendo en cuenta los referentes anteriormente nombrados el número de sesiones por semana será de dos intervenciones polimétricas, con un número de saltos que se especifica más adelante en las Tablas 5 y 6.

Los atletas cuentan con un periodo de familiarización de dos días previo al entrenamiento, durante el cual se explica repetidas veces la técnica de ejecución del salto pliométrico y se realiza la respectiva demostración visual, para garantizar que sea desarrollado correctamente. Todos los deportistas presentan voluntariamente su consentimiento por escrito, de manera que el estudio cumple con las normas de la Declaración de Helsinki (rev. 2008).

3.2.2. Riesgos

En todo entrenamiento existen riesgos, por eso es importante identificarlos y prepararse para evitarlos en lo posible. Los riesgos más comunes en este programa pueden ser los siguientes:

- Gesto técnico incorrecto.
- Instructor no adecuado ni preparado.
- Diseño sistemático y aburrido.
- Saltos con sobre carga.

Es importante mencionar que este Programa no está diseñado para bicicrosistas que están iniciando en el BMX, sino para deportistas que ya cuentan con una base de entrenamiento sólida.

Lo anterior teniendo en cuenta que se trata de ejercicios que requieren movimientos explosivos y rápidos, y se podrían generar lesiones.

3.2.3. Duración

El Programa se lleva a cabo durante seis meses de Enero a Junio del 2016; que corresponden a 24 semanas, de las cuales 10 semanas no están comprometidas con campeonatos ni evaluaciones. De esta manera, se completa un total de 16 sesiones de entrenamiento pliométrico más cuatro días de evaluación en plataforma de salto, entrenando dos días por semana un promedio de 60 minutos cada día.

3.2.4. Cronograma

Se habla de un Macro ciclo compuesto por un máximo de seis meses comprendidos entre Enero y Junio del 2016 para un total de 24 semanas (Microciclos) dentro de las cuales se trabajan 16 sesiones de entrenamiento pliométrico enfocado a la fuerza reactiva para mejorar la velocidad de salida y acortar los tiempos en la pista. Ver Figura 8.

Para determinar la influencia del Programa sobre la capacidad de la fuerza reactiva y la óptima dosificación, se realiza una serie de evaluaciones. Teniendo en cuenta el calendario de los deportistas, los test en la plataforma de contacto se llevan a cabo de la siguiente manera: el primero se realiza en la tercer semana de Enero (1er mes del Programa), el segundo en la primer semana de Marzo (3er mes del Programa), el tercero en la segunda semana de Mayo (5to mes del Programa), y el último en la tercer semana de Junio (6to mes del Programa).

También se cuenta con el registro de cuatro test de velocidad realizados en el transcurso del Programa, distribuidos en el macrociclo de la siguiente forma: A-1, Febrero 22 Copa Peñamonte;

A-2, Marzo 14 Campeonato Nacional; A-3, Abril 21 Entrenamiento; y A-4, Mayo 16 Pre mundial. Cada toma de tiempo ocurre bajo las mismas condiciones para todos³.

³ Los Test son nombrados (A) teniendo en cuenta que la plataforma que arroja los tiempos (Equipo PRO GATE, con TIMMER) los visualiza como “Athlete bmx speed evaluation”, acompañado la letra por un guion (-) y el número respectivo de la prueba (1, 2, 3 o 4).

Figura 8: Macro ciclo del Club Peñamonte 2016

MACROCILO	BMX BICICROS																							
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
MICROCICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
FECHA DE INICIO MICROCILO	1	10	17	24	1	7	14	21	1	6	13	20	1	10	17	24	1	8	15	22	1	12	19	26
FECHA FINAL MICROCILO	9	16	23	21	6	13	20	29	5	12	19	31	9	16	23	30	7	14	21	31	11	18	25	30
TEST																								
MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS		1					2					3					4						5	
TEST DE VELOCIDAD 360 METROS (A-)								A-1			A-2				A-3				A-4					
TEST DE PLATAFORMA DE CONTACTO			1						2									3					4	
COMPETENCIA								1	2	3	4				5				6	7				
COPA PEÑAMONTE							*	*																
CAMPEONATO NACIONAL									*															
GRAN SUPER CROSS										*														
CAMPEONATO MUNDIAL																		*	*					
NACIONAL MEDELLIN														*										
PROGRAMA PLIOMÉTRICO				2	1	2						1	2	1		2	1				2	2		
INTENSIDAD HORARIA				2	1	2						1	2	1		2	1				2	2		

Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

3.2.5. Contenido Microciclo y sesión de entrenamiento

A continuación, en la Tabla 3, se presenta uno de los Microciclos que conforman el Programa. Se realizan dos sesiones de entrenamiento pliométrico por semana, en los días lunes y jueves o martes y jueves, de una hora cada una.

Tabla 3

Microciclo (Semana de entrenamiento Pliométrico)

SEMANA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO						
El entrenamiento comprende tres aspectos básicos: 1. Pista de BMX 2. Sprint Training 3. Gimnasio (Pliométrico)	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
	Gimnasio	Sprint Training	Pista de BMX	Gimnasio	Sprint Training	Pista de BMX
	Entrenamiento Funcional: Polimétrico, fuerza explosiva y fuerza reactiva.	Partidor. Velocidad de técnica de salida. Sprint en recta 10, 20 y 30 mts en pista. Sprint en simulador 15” – 20” – 30”.	Fundamentos técnicos. Videos. Corrección técnica.	Entrenamiento Funcional: Polimétrico, fuerza explosiva y fuerza reactiva.	Partidor. Velocidad de técnica de salida. Sprint en recta 10, 20 y 30 mts en pista. Sprint en simulador 15” – 20” – 30”.	Fundamentos técnicos. Videos. Corrección técnica.

Nota: Elaboración propia. Luis Pachón

En la Tabla 4 se describe el plan de trabajo (fases, tiempos y desarrollo) diseñado para una sesión de entrenamiento pliométrico. Es importante mencionar que cada deportista maneja un plan diferenciado y personalizado, ejecutan los mismos tipos de saltos, pero la altura y la intensidad se ejecutan teniendo en cuenta los datos arrojados por la plataforma de contacto.

Posteriormente se muestra la cantidad de saltos planeada para cada uno de los dos niveles de entrenamiento pliométrico del Programa, donde el Nivel 1 comprende desde la primer semana con entrenamiento pliométrico hasta la semana cuatro (primeras 8 sesiones), y el Nivel 2 desde entonces (semana cinco) hasta la semana ocho con este entrenamiento (sesión 9 a 16).

La Tabla 5 contiene la información correspondiente al Nivel 1 y la Tabla 6 presenta la información del Nivel 2.

Tabla 4*Sesión de entrenamiento pliométrico BMX*

Aspectos a tener en cuenta:			
<ul style="list-style-type: none"> - Novato: 40 a 70 saltos – Iniciado: 70 a 90 saltos – Intermedio: 90 a 110 saltos – Avanzado: 110 a 130 saltos. - Tiempo de duración de las sesiones (30' - 45'). - Tiempo total de recuperación entre series (1-3'). - Número de repeticiones por serie (8-10). Depende del ejercicio y altura. - Altura, Intensidad, Numero de repeticiones por serie (Resultados obtenidos en la plataforma de contacto). 			
FASE	CALENTAMIENTO	FASE CENTRAL (SALTOS)	RECUPERACION
TIEMPO (' minutos)	(5-10')	(30-45')	(10-30')
DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> - Bicicleta estática. - Pasadas. - Escalera coordinación. - Saltos de pie (Intensidad Baja – Moderada) 	<p>Ejercicios para fuerza explosiva (reactiva y activa):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saltos en Barreras. - Saltos en cajón. Buscar la máxima altura, ambos pies deben tocar piso y cajón. - Drop Jump (Bosco). Dejándose caer del cajón y buscar máxima altura. - Drop Jump (Bosco). Hacia adelante. - Saltos cajón con contra movimiento. - Saltos cajón sin contra movimiento. <p>Camina, flexión y salto.</p>	<p>La vuelta a la calma debe ser progresiva, de más a menos en intensidad específica.</p>

Tabla 5*Salto por sesión de entrenamiento – sesiones 1 a 8*

Saltos realizados por sesión. Entrenamiento Pliométrico Primer Nivel (sesiones 1 a 8)									
Semanas	1		2		3		4		
Sesiones	1	2	3	4	5	6	7	8	
Salto	250	250	300	250	300	300	350	350	
Total	500		550		600		700		

Tabla 6*Salto por sesión de entrenamiento – sesiones 9 a 16*

Saltos realizados por sesión. Entrenamiento Pliométrico Segundo Nivel (sesiones 9 a 16)									
Semanas	5		6		7		8		
Sesiones	9	10	11	12	13	14	15	16	
Salto	250	250	250	300	300	300	300	300	
Total	500		550		600				

Es importante mencionar que cada apoyo y/o contacto con el suelo es considerado un salto.

Para el Nivel 1 de pliometría, el número total de saltos es de 2,350. Durante el Nivel 2 aumenta la intensidad de los saltos; acorde a ello se reduce el volumen total que alcanza los 1,650 saltos. Tras las 8 semanas (16 sesiones) de Entrenamiento Pliométrico, se ejecutan 4.000 saltos en sus distintos niveles e intensidades. Dichos niveles son diseñados a partir de los resultados arrojados por el software de la plataforma de contacto.

En cada intervención de ejercicios Pliométricos los bicicrosistas deben encontrarse en una disposición física y cognitiva máxima, por lo tanto, se da prioridad a un aspecto fundamental como lo es el tiempo entre ejecuciones de ejercicios Pliométricos. Según Verkhoshansky (1999), con 3-5 minutos de descanso activo entre series puede ser suficiente. Ceben y Jensen (2003) hablan de un mínimo de 4 minutos; para que el rendimiento en el salto sea óptimo.

4. RESULTADOS

4.1. PRUEBA T-STUDENT MUESTRAS INDEPENDIENTES

Esta prueba permite evaluar si la media de las variables edad y tiempo, obtenidas en pruebas contra reloj antes de iniciar el programa, difiere o no significativamente entre los dos grupos muestrales (grupo control y grupo experimental).

La aplicación de esta prueba tiene en cuenta como variable fija el grupo al cual pertenecen los deportistas: grupo experimental (GE) o grupo control (GC), y como variable aleatoria el tiempo obtenido en las pruebas contra reloj. Este proceso se realizó de forma transversal al ser evaluados en el mismo momento. Tras la aplicación de la prueba de varianza y prueba T para la comparación de medidas de grupos independientes a través de SPSS se obtuvo que la diferencia entre las medias de los GE y GC tuvo una significancia de 0,661.

Dado que el $P\text{-Valor} = 0,661 > 0.05$, no se rechaza H_0 (hipótesis nula) y por lo tanto se puede afirmar que no existe una diferencia significativa entre la media cronometrada por bicicrosistas del grupo control y la media del grupo experimental. Los deportistas en ambos grupos son similares, con lo cual se evita un sesgo o margen de error en los resultados al culminar el programa.

4.1.1. Prueba de Normalidad

Para validar los resultados de la anterior prueba T-student es necesario corroborar que las variables en ambos grupos se distribuyen de manera normal. En este caso se hace uso de la prueba Shapiro-Wilk que se muestra a continuación en la Tabla 7, donde se evidencia el estadístico asociado a la prueba, los grados de libertad (Gl) y la significancia estadística (Sig.).

Tabla 7*Prueba de Normalidad muestras independientes*

	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.
Tiempo inicial	Control	0,935	4	0,624
	Experimental	0,892	4	0,394

Teniendo en cuenta que el P-Valor $> 0,05$ tanto para el grupo Control (P-Valor=0,624) como para el grupo Experimental (P-Valor=0,394), no se rechaza la Hipótesis Nula, es decir, se puede afirmar que los datos provienen de una distribución normal en ambos grupos.

4.2. PRUEBA DE HOMOCEDASTICIDAD

Es necesario realizar un test de homocedasticidad o varianza constante para garantizar que se cumplan todos los supuestos estadísticos que permitan obtener resultados eficientes, es decir, más precisos. Para tal efecto se utiliza la prueba de Levene. En la Tabla 8 se muestra el estadístico (F) asociado a dicha prueba y la correspondiente significancia estadística (Sig.).

Tabla 8*Prueba de Levene de igualdad de varianzas*

		F	Sig.
Tiempo inicial	Ho: se asumen varianzas iguales	0,350	0,576
	H1: no se asumen varianzas iguales		

Se encuentra que el P-Valor = 0,576 $> 0,05$. De esta manera no se rechaza la Hipótesis Nula y por lo tanto existe evidencia estadística para afirmar que las varianzas en la variable del tiempo inicial son iguales.

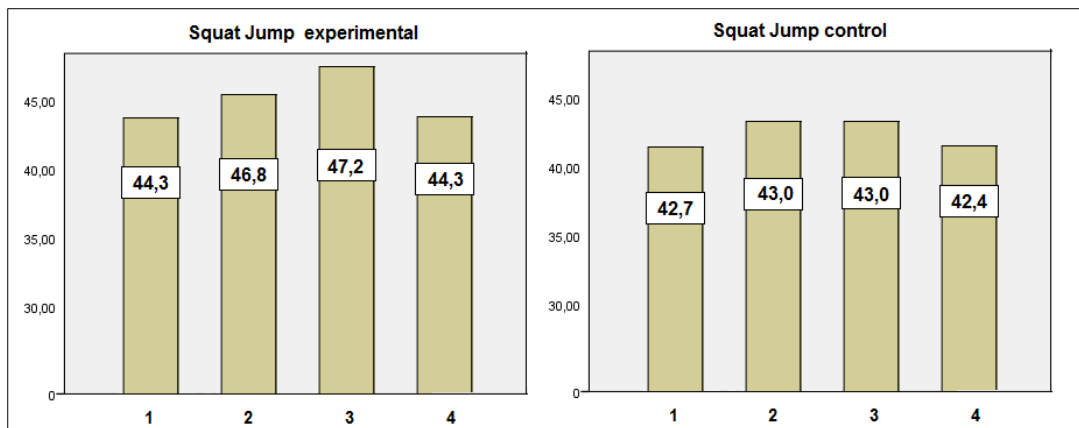
4.3. SQUAT JUMP

En la Tabla 9 se pueden observar las medias de la altura del salto expresadas en centímetros obtenidas durante las cuatro evaluaciones de seguimiento tanto para el grupo experimental como para el grupo control. Estos datos también se muestran en los gráficos de barras de la Figura 10 que fueron tomados de SPSS Statistics.

Tabla 9
Control Altura promedio (cm) Squat Jump

Media Squat Jump (CM)				
GRUPO	Test Enero	Test Marzo	Test Mayo	Test Junio
Control	42,70	43,00	43,00	42,40
Experimental	44,30	46,80	47,20	44,30

Figura 9: Altura promedio (cm) Squat Jump (Test 1, 2, 3 y 4)

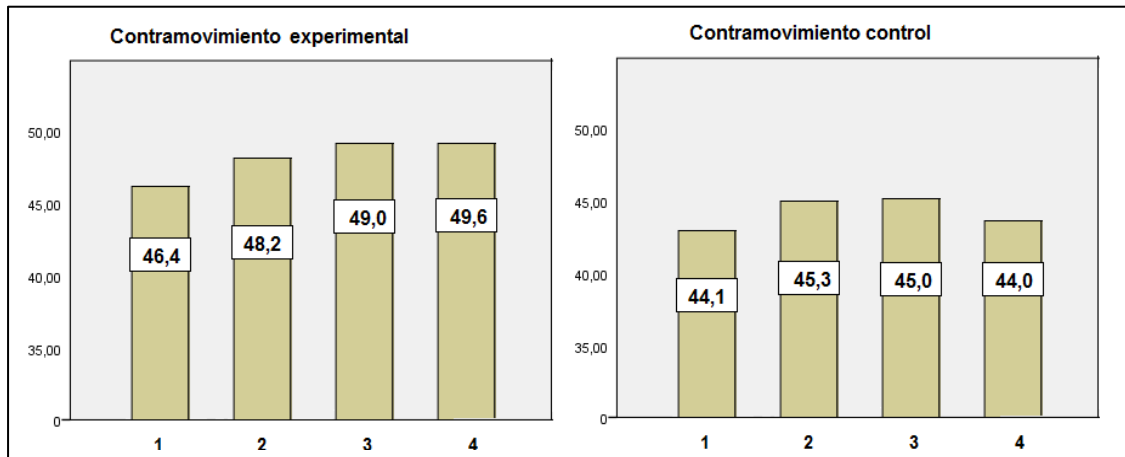


Se evidencia un aumento promedio de 6,1% entre la evaluación inicial y la final en el grupo experimental luego de 16 sesiones de potencialización de la fuerza reactiva (8 semanas).

Por su parte, para el grupo control se encuentra una disminución del 0,4% transcurrido el mismo tiempo.

4.4. SALTO CON CONTRA MOVIMIENTO (CMJ)

Figura 10: Altura promedio (cm) Salto con Contra movimiento



Observando los gráficos arrojados por el programa SPSS Statistics, se evidencia que los valores promedio de los resultados iniciales del contra salto son de 46,4 cm. y 44,1 cm. para el grupo experimental y control respectivamente. Trascurridas las 16 sesiones el grupo experimental presenta una mejora del 5,7% alcanzando un promedio final de 49,6 cm. en el salto con contra movimiento. Para el grupo control se observa una disminución en la altura promedio del salto de alrededor del 0,6% con un valor final de 44,0 cm.

4.5. TEST DE VELOCIDAD 390 METROS

A continuación en la Tabla 10 se muestran los tiempos registrados por cada deportista tanto previo al Programa (T.P-P., Tiempo Pre-Programa Pliométrico) como durante el mismo (A-1, A-2, A-3, A-4). Los datos en color azul corresponden a los mejores tiempos (M.T.), es decir, los más bajos; y los datos en color rojo a los peores tiempos (los más altos) obtenidos por los bicicrosistas.

Tabla 10*Tiempos obtenidos en los test de velocidad*

GRUPO	NOMBRE	T.P-P.	M.T.	A-1	A-2	A-3	A-4
G.E.	Jhoan Hernández	32.75"	30.12	33.78	31.80	33.75	30.12
	Juana García	39.05"	36.28	38.05	38.17	36.28	37.05
	Manuela García	38.12"	36.12	40.12	39.15	36.18	36.12
	Camilo Vanegas	34.12"	32.34	35.00	34.50	34.20	32.34
G.C.	Luis Carlos Gordillo	35.65"	34.23	36.15	36.65	34.23	35.15
	Daniela Ballesteros	40.45"	37.34	40.75	41.34	39.45	37.34
	Sahara Urrego	47.50"	46.12	47.50	46.50	46.12	48.00
	Carlos Castañeda	38.34"	36.34	39.10	38.67	36.34	37.06

Nota: Todos los bicicrosistas realizan los test bajo las mismas condiciones y durante las fechas estipuladas en el Programa. G.E. Grupo Experimental - G.C. Grupo Control - M.T. Mejor Tiempo - T.P-P. Tiempo Pre-Programa.

4.6. TIEMPOS AGRUPADOS POR GÉNERO Y GRUPO

4.6.1. Rama Masculina

Tabla 11*Tiempos obtenidos en el transcurso del programa (hombres)*

BICICROSISTA	GRUPO	T-P-P	Mejor	Peor
Camilo Vanegas	Exp	34,12"	32,34	35,00
Luis Carlos Gordillo	Con	35,65"	34,23	36,65
Carlos Castañeda	Con	38,34"	36,34	39,10
Jhoan Hernández	Exp	32,75"	30,12	33,78

T-P.P. Tiempo Pre-Programa.

4.6.2. Rama Femenina

Tabla 12*Tiempos obtenidos en el transcurso del programa (mujeres)*

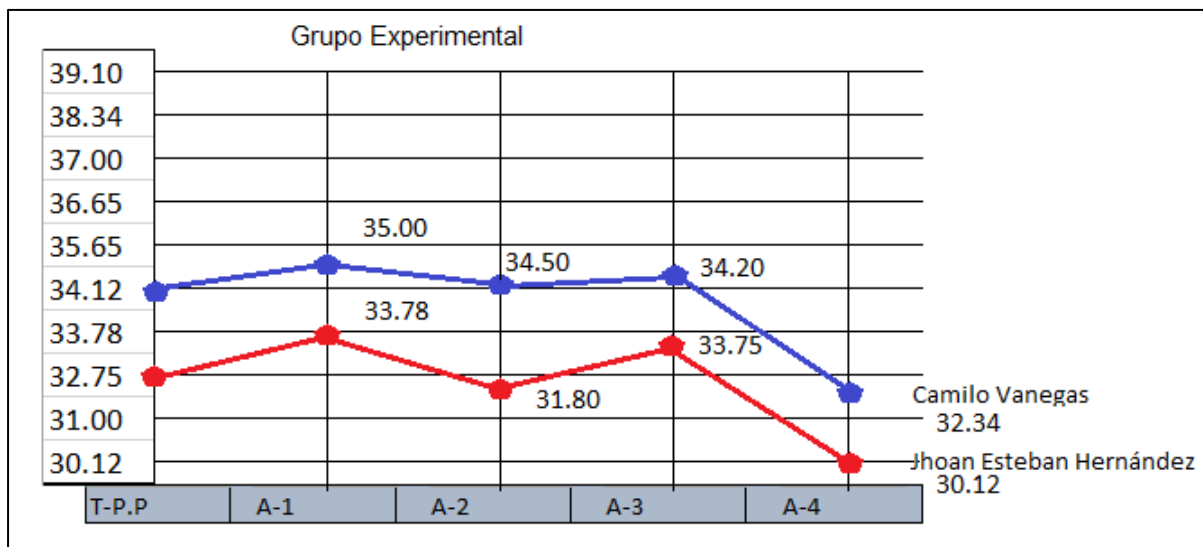
BICICROSISTA	GRUPO	T-P-P	Mejor	Peor
Daniela Ballesteros	Con	40,45"	37,34	41,34
Juana García	Exp	39,05"	36,28	38,17
Manuela García	Exp	38,12"	36,12	40,12
Sahara Urrego	Con	47,50"	46,12	48,00

T-P.P. Tiempo Pre-Programa.

4.6.3. Grupo Experimental Rama Masculina

Los dos bicicrosistas inician el Programa con tiempos T-P.P de 34.12" (Camilo Vanegas) y 32.75" (Jhoan Hernández). Como se observa en la Figura 12 en el primer test de velocidad A-1 (Febrero 22), subieron los tiempos un segundo aproximadamente; para el segundo test A-2 (Marzo 14) logran reducir los tiempos, Johan Hernández reduce dos segundos y Camilo Vanegas llega a niveles similares a los cronometrados antes del programa; en la tercera evaluación A-3 (Abril 21) Camilo eleva su tiempo 00:30" y Jhoan lo eleva 02:05"; en la última evaluación A-4 (Mayo 16) los bicicrosistas consiguen bajar los tiempos consiguiendo su mejor marca dentro del Programa. El deportista Camilo Vanegas mejora su tiempo en 01.78" entre el registro inicial y el de la prueba final. Jhoan Esteban Hernández pasa de un tiempo inicial de 32.75" a 30.12" en la última prueba mostrando una mejora de 02.63", que resulta importante si se tiene en cuenta que para un deporte de alto rendimiento un segundo puede marcar la diferencia; de hecho este deportista logró representar a Colombia en el mundial de BMX Medellín 2016.

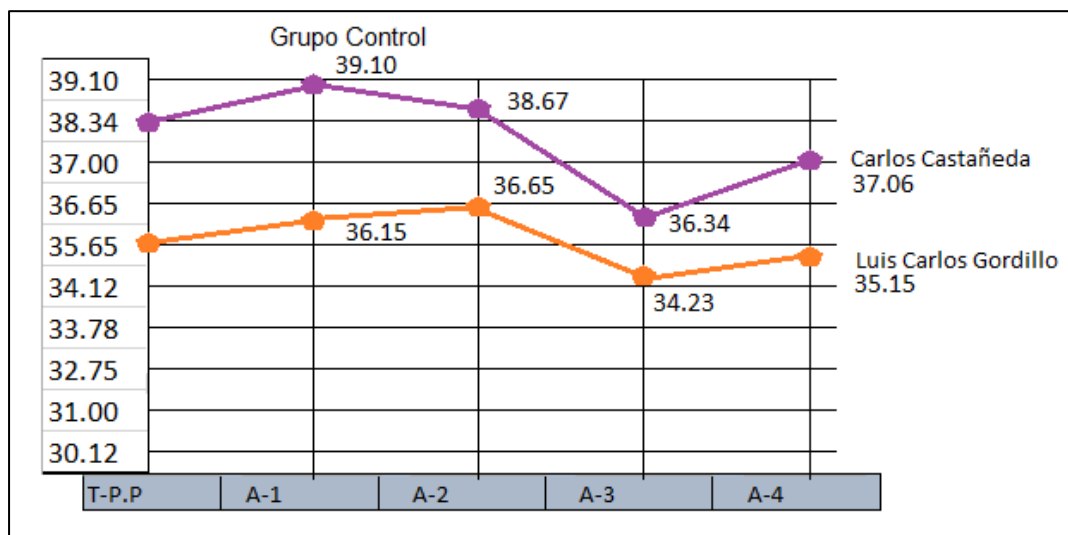
Figura 11: Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt hombres grupo experimental



4.6.4. Grupo Control Rama Masculina

Los dos bicicrosistas del grupo control inician el Programa con los siguientes tiempos T-P.P: Carlos Castañeda 38.34” y Luis Carlos 35.65”. En el primer test de velocidad en pista 390 metros A-1 (–Febrero 22), Carlos Castañeda sube el tiempo 00.76” y Luis Carlos 00.05” sin mostrar cambios significativos transcurrido el primer control; para el segundo test A-2 (Marzo 14) Carlos Castañeda reduce el tiempo frente –al Test A-1 pero al compararlo con el tiempo inicial del programa mantiene el tiempo arriba 00.33”, el bicicrosista Luis Carlos eleva aún más el tiempo sumando 1:00” frente al T.P-P. En el test A-3 (Abril 21) logran sus mejores tiempos durante el Programa, donde Carlos Castañeda acorta el tiempo 2:00”– y Luis Carlos consigue bajarlo 1.42” frente a los resultados previos al Programa. En la última prueba A-4 (Mayo 16) Carlos Castañeda y Luis Carlos Gordillo no logran sostener la línea de rendimiento e incrementan nuevamente sus tiempos dejándolos sin opciones para clasificar a la copa Mundial Medellín 2016.

Figura 12: Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt hombres grupo control

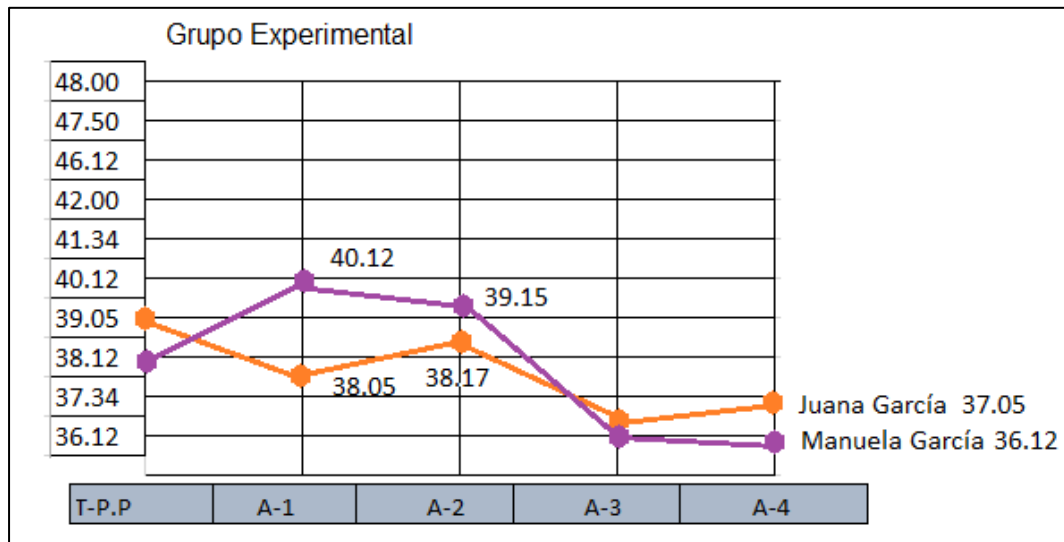


4.6.5. Grupo Experimental Rama Femenina

Las mujeres del grupo experimental con 18 años de edad, iniciaron el Programa Pliométrico con tiempos de: 39:05” (Juana García) y 38:12” (Manuela García). En el primer test de velocidad 390 metros A-1 (Febrero 22) Juana reduce su tiempo en 1:00” frente al inicial, mientras Manuela lo

eleva en 2:00". Para el segundo test A-2 (Marzo 14) Juana García sostiene el ritmo con un incremento en el tiempo de tan solo 00:12"; Manuela García, aunque acorta su tiempo en 00:97" frente al test anterior A-1, se mantiene por encima del tiempo registrado antes del programa (T.P.-P.) en 01:03". En la tercera prueba A-3 (Abril 21) ambas logran bajar sus tiempos, Juana obtiene su mejor marca en el Programa con un tiempo de 36:28", consiguiendo un descenso importante frente a su T.P.-P. De 02:77"; y Manuela obtiene su segundo mejor tiempo en este test con un registro de 36:18" alcanzando una mejora cercana a los 02:00" respecto a su marca en el test pre programa. En el último test A-4 (pre mundial), Juana García logra un tiempo de 37:05" manteniendo un registro por debajo de su T.P.-P; Manuela García por su parte, obtiene su mejor marca en el Programa con un tiempo de 36:12". Ambas consiguen su clasificación por Colombia al Campeonato Mundial de BMX realizado en Medellín 2016.

Figura 13: Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt mujeres grupo experimental

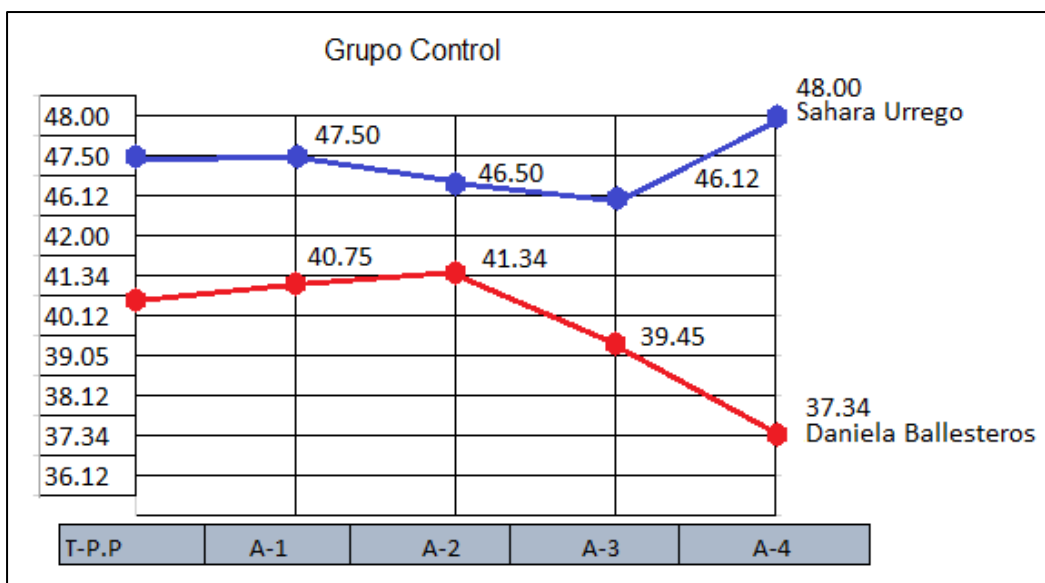


4.6.6. Grupo Control Rama Femenina

En el grupo control rama femenina categoría 18 años se encuentra Sahara Urrego con un tiempo antes del programa de 47:50" y Daniela Ballesteros con un tiempo inicial de 40:45". Durante el primer test de velocidad 390 Mt en pista A-1 (Febrero 22) Sahara mantiene su tiempo inicial, mientras Daniela registra un aumento de 0,63". En la segunda evaluación A-2 (Marzo 14) Sahara Urrego logra reducir su tiempo en 01:00"; Daniela por su parte, mantiene la tendencia con un

incremento de 00,59". En el tercer test de velocidad A-3 Sahara alcanza su mejor marca en el Programa con un tiempo de 46:12" y Daniela logra reducir su tiempo en 01:89" frente al test anterior. En la última prueba A-4 Sahara Urrego eleva su registro con un tiempo de 48:00" que resulta 01:88" superior a su marca en el test A-3 y 00:50" más alto que su T.P.-P.; por su parte, Daniela reduce nuevamente su tiempo y obtiene su mejor marca en el Programa (37:34") con una mejora de 02:11" frente a la prueba anterior y de 02:78" respecto a su tiempo inicial.

Figura 14: Gráfica lineal de los test de velocidad 390 mt mujeres grupo control



4.7. PRUEBA T-STUDENT MUESTRAS EMPAREJADAS

Se realiza con el objetivo de evaluar el impacto del Programa Pliométrico sobre los tiempos obtenidos por los bicicrosistas. La prueba muestra si existe una diferencia significativa entre los tiempos registrados antes del Programa y los mejores tiempos registrados culminado el mismo.

La Tabla 13 contiene la estadística descriptiva de estas dos series de datos, donde “tiempo inicial” hace referencia a los Tiempos Pre-Programa (T.P.-P.) y “mejor tiempo” a los Mejores Tiempos obtenidos por los deportistas durante el programa (M.T.)⁴ una vez finalizado.

Tabla 13

Tabla estadística descriptiva muestras emparejadas

Descriptivos				
			Estadístico	Error estándar
tiempo inicial	Media		38,2475	1,60987
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34,4408	
		Límite superior	42,0542	
	Media recortada al 5%		38,0389	
	Mediana		38,2300	
	Varianza		20,733	
	Desviación estándar		4,55340	
	Mínimo		32,75	
	Máximo		47,50	
	Rango		14,75	
	Rango intercuartil		5,60	
	Asimetría		1,108	,752
	Curtosis		1,961	1,481
mejor tiempo	Media		36,1113	1,66595
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	32,1719	
		Límite superior	40,0506	
	Media recortada al 5%		35,8881	
	Mediana		36,2000	
	Varianza		22,203	
	Desviación estándar		4,71203	
	Mínimo		30,12	
	Máximo		46,12	
	Rango		16,00	
	Rango intercuartil		4,28	
	Asimetría		1,327	,752
	Curtosis		3,126	1,481

⁴ Ver Tabla 10 en la sección 4.5.

En la Tabla 14 se muestra un resumen de la tabla anterior donde se resalta la información más importante: promedio de cada serie de datos (Media), número de observaciones (N), desviación estándar y error estándar.

Tabla 14

Resumen estadística descriptiva muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Error estándar
Par 1 tiempo inicial	38,2475	8	4,55340	1,60987
mejor tiempo	36,1113	8	4,71203	1,66595

Como se puede observar, la media de los tiempos iniciales es de 38,24”, mientras que finalizado el Programa de Entrenamiento Pliométrico la media de los mejores tiempos es de 36,11”.

Ahora, para evaluar si dicha diferencia resulta significativa o no, se evalúa la hipótesis nula H_0 de que no existe una diferencia significativa entre los tiempos obtenidos antes y después del Programa. De esta manera, la hipótesis alterna H_1 plantea que si existe una diferencia significativa en los datos.

La prueba, que se realiza con un nivel de confianza del 95%, arroja un P-Valor = $0,000 < 0.05$ (5%). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y existe evidencia estadística para afirmar que existe una diferencia significativa en los tiempos obtenidos por los bicicrosistas; antes y después del Programa Pliométrico.

4.7.1. Prueba de Normalidad

Para validar los resultados arrojados por la prueba T-student es necesario realizar una prueba de normalidad a las dos series de datos utilizadas: tiempo inicial (T.P.-P.) y mejor tiempo (M.T.).

Donde H_0 : Los datos se distribuyen de forma normal y H_1 : Los datos no se distribuyen de forma normal. Teniendo en cuenta que la muestra es de 8 individuos se utiliza la prueba de normalidad Shapiro-Wilk como se muestra a continuación en la Tabla 15, la cual describe el estadístico arrojado por la prueba en cada serie, los grados de libertad (Gl) y la significancia estadística (Sig.).

Tabla 15

Prueba de Normalidad muestras emparejadas

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
tiempo inicial	,917	8	,404
mejor tiempo	,872	8	,157

Teniendo en cuenta que $P\text{-Valor (tiempo inicial)} = 0,404 > 0,05$ y $P\text{-Valor (mejor tiempo)} = 0,157 > 0,05$ en ambos casos no es posible rechazar la hipótesis nula H_0 . Entonces existe evidencia estadística para afirmar que los datos en las dos series provienen de una distribución normal, dando validez a los resultados de la prueba T-student realizada anteriormente.

5. DISCUSIÓN

En la actualidad, existe una gran diversidad de programas de entrenamiento, con los cuales, los profesionales del deporte pretenden desarrollar las capacidades físicas de diferentes tipos de deportistas, con la mayor eficiencia posible. Cuando un entrenador físico busca seleccionar un programa adecuado según sean las necesidades de un deportista determinado, se encuentra en la literatura con una amplia gama de herramientas metodológicas que proponen mejorar los resultados en su rendimiento; sin embargo, la escogencia de un método de entrenamiento en un contexto dado, suele darse de manera especulativa, con pocos criterios de tipo científico que permitan tomar decisiones objetivas en cuanto al programa que mejor se ajusta a las necesidades específicas del deportista. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario emprender análisis comparativos que permitan tomar decisiones apoyadas en la rigurosidad del método científico, y con ello, brindar herramientas de tipo teórico-práctico, sustentadas en la experiencia; de esta manera se optimizan tiempo y esfuerzo al momento de que el entrenamiento implementado corresponda inequívocamente a la mejor manera de potenciar las capacidades físicas de un deportista, en este caso, de un bicicrosista.

Entonces, con el fin de brindar criterios objetivos basados en un procedimiento lógico que suponga la comprobación de la validez de un método de entrenamiento específico, se planteó una metodología que permitiera evaluar la eficacia del Programa de Entrenamiento Pliométrico mediante el test de Bosco Squat Jump, cuyos resultados arrojaron que no se encuentran mejoras significativas en la capacidad de salto de los bicicrosistas participantes en el estudio. El grupo experimental muestra una mejora en la altura promedio de salto en los cuatro test respecto al grupo control, sin embargo, no alcanza niveles significativos. Por otra parte, en el Salto con Contra Movimiento, sí se observan valores estadísticamente significativos, resultados que concuerdan con el planteamiento de Garcia y cols. (2003), quienes afirman que este test es el más sensible a las adaptaciones inducidas por el Entrenamiento Pliométrico. Adicionalmente, Muriel et al. (2012), realizaron un estudio con el fin de validar el salto con contramovimiento como mecanismo para la estimación del desempeño anaeróbico y la asimetría en la aplicación de fuerza en la pierna izquierda y derecha en un experimento que contó con la participación de ciclistas de alto rendimiento. Durante las fases preparatorias al estudio, realizaron un análisis de

investigaciones previas que le permiten a los autores respaldar el uso del test de salto de Bosco como una alternativa válida para determinar el rendimiento anaeróbico en ciclistas. Respecto a su experimento usando el test de salto con contramovimiento y comparando con el test Wingate, encontraron que si bien el salto con contramovimiento estima adecuadamente la potencia anaeróbica, no permite detectar asimetrías en la aplicación de fuerza en las piernas derecha e izquierda. Los resultados sin embargo, avalan a los fines de esta investigación la capacidad de los test de salto y su utilidad en la determinación de la potencia anaeróbica en ciclistas (Muriel, et al., 2012).

Sin embargo, los resultados del Squat Jump, en los cuales no se registran incrementos significativos sobre la altura de salto, pueden deberse a la insuficiencia de sesiones de entrenamiento, ya que en las 24 semanas dispuestas para la investigación desde el mes de enero, los bicicrosistas solo hicieron parte del Programa durante siete semanas no continuas, con dos días de entrenamiento pliométrico; con ello se incumple uno de los principios fundamentales del entrenamiento, según el cual la mayoría de estudios afines plantean 3 estímulos semanales, esto se debió a las restricciones dadas por el cronograma establecido con anterioridad por los preparadores físicos a cargo de los deportistas y al cual fue necesario ajustarse.

Puede decirse entonces que no pudo aplicarse el programa de entrenamiento con la rigurosidad necesaria, tanto en continuidad como en intensidad como está planteado en términos ideales, por lo cual no puede afirmarse con contundencia que el Squat Jump no sea efectivo en el mejoramiento en la altura del salto, sobre todo si se tiene en cuenta que sí se dieron incrementos, que aunque leves, pueden ser indicador de que si se hubiesen podido aplicar las sesiones con rigurosidad, los incrementos habrían sido más representativos. Ahora bien, los bicicrosistas del grupo experimental no sostienen una tendencia definida, sino que los resultados se comportan de forma aleatoria, lo cual se puede atribuir más a un factor psicológico que directamente al Programa. Estos factores externos que afectaron el estudio impiden aventurar conclusiones contundentes frente a la aceptación o rechazo de la hipótesis de trabajo.

En cuanto a los resultados en los test de velocidad, que es el más relevante en relación a los objetivos que se esperan alcanzar con la implementación del entrenamiento, se encuentra un

impacto positivo y significativo del programa sobre los tiempos registrados por los bicicrocistas. El promedio de los tiempos iniciales (previos al programa) de los deportistas, era de 38,24”, mientras que finalizado el Programa el promedio de sus mejores tiempos fue de 36,11”, es decir, una reducción de más de dos segundos, lo cual representa un impacto importante teniendo en cuenta las características del bicicross. Es de mencionar que en el grupo experimental, tres de los cuatro bicicrocistas registraron sus peores tiempos en la primera prueba (A-1) y sus mejores tiempos en la última prueba (A-4); esto muestra que en general los deportistas del grupo experimental lograron mejorar (reducir) sus tiempos durante el programa, mientras que en el grupo control, los registros se comportaron de una forma más bien aleatoria, donde incluso una de las bicicrocistas registró su peor tiempo en la prueba final (A-4); sin embargo, cabe resaltar que esta última prueba se aplicó en una etapa pre-mundial y por lo tanto pudo estar sujeta a algún estrés psicológico.

Es necesario mencionar que ninguno de los miembros del grupo control logró clasificar al Mundial de BMX Medellín 2016, mientras que tres de los cuatro bicicrocistas del grupo experimental (dos mujeres y un hombre) si alcanzaron su clasificación para representar a Colombia en dicho mundial. Uno de ellos logró reducir su tiempo en 02.63” entre su registro inicial y el de la última prueba, que resulta importante si se tiene en cuenta que para un deporte de alto rendimiento como el BMX un segundo puede marcar la diferencia. Puede decirse que el entrenamiento implementado mejora significativamente el desempeño de los bicicrosistas en cuanto a su velocidad en pista, en comparación con los resultados obtenidos con un entrenamiento tradicional, por lo que se cuentan con suficientes criterios para recomendar el Programa. Al respecto, Roig (2018) menciona la importancia de la potencia máxima de salida como medida determinante en el rendimiento de los ciclistas al ser una medida que alcanza un aumento hasta de 1,57% en los deportistas que agregan entrenamiento de fuerza a su habitual rutina de entrenamiento en resistencia (Roig, 2018). Concretamente, con relación al bicicross, se han obtenido resultados que demuestran la relación directa entre la mejor marca obtenida en una prueba de BMX y los desempeños obtenidos en test de los diferentes tipos de salto: squat, con contramovimiento y drop jump. Robert et al. (2020), a través de un experimento con corredores élite y recreativos, demostraron que el desarrollo de fuerza a través de entrenamiento específico,

en este caso, la altura obtenida en los tres tipos de salto, se relaciona con los tiempos obtenidos en carrera (Robert, et al., 2020).

En este sentido, es importante comparar los resultados obtenidos con estudios similares, en los que se implemente el Programa Squat Jump en otros deportes, dado que cada disciplina deportiva exige diferentes características físicas del deportista, resulta interesante conocer si en el ámbito de la fuerza reactiva se han encontrado resultados que permitan, o bien confirmar, o bien refutar los resultados obtenidos. Con este objetivo, puede citarse el artículo publicado en la revista Apunts por García López, et al, (sf), con el título *Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol*; en este estudio, profesionales de la educación física y la medicina analizan el impacto del programa Squat Jump en equipos de fútbol aficionado y profesional. Para evaluarlo aplicaron el test Bosco obteniendo una evidente mejora en la fuerza reactiva de los deportistas, tanto en el nivel amateur como en el profesional:

Se realiza un análisis conjunto de los efectos de la pretemporada en las diferentes manifestaciones de la fuerza explosiva y la velocidad para los dos grupos, observándose mejoras muy significativas en las alturas de todos los protocolos de salto: 1,3 cm en SJ (4 %), 1,8 cm en DJ40 (5 %), 2 cm en CMJ (5 %), 3,3 cm en la altura media del RJ15 (11 %), Y2,7 cm en ABK (6,3 %), mejorando también el IRFR (4 %). En el test de 50m. con salida de pie se observan mejoras significativas de 0,12 seg o 0,30 m/seg en el parcial 0-20 m (4,2 %), y de 0,15 seg ó 0,18 m/seg en el parcial 0-50 m (1,7 %), pero no en la velocidad máxima (0,9 %), que sólo aumenta 0,08 m/seg Destacamos que la mejora en el parcial 0-50 m (0,15 seg) se debe principalmente a la mejora en 0-20 m (0,12 seg).

Como puede verse, la implementación de programas de entrenamiento pliométricos permiten potenciar el desempeño, tanto en salto como en la velocidad de futbolistas aficionados y profesionales, lo que permite corroborar la efectividad de dichos programas en el rendimiento de deportistas de disciplinas diversas, por lo cual, puede recomendarse su aplicación por parte de entrenadores físicos a deportistas en general, lo cual representa un valioso aporte a la ciencia del deporte, validando de forma objetiva sus bondades y pertinencia.

5.1 LIMITACIONES

Si bien se generaron mejoras en los tiempos en carrera con la implementación del programa, es importante resaltar que los resultados relacionados con la capacidad de salto de los bicicrocistas a partir de la implementación del Squat Jump, no tuvo mejoras significativas, no obstante, se debe ser prudente ya que esto no implica que el programa sea ineficaz, por tanto este desempeño se atribuye a la principal limitación encontrada durante la ejecución del estudio, correspondiente a las dificultades en cuanto al ajuste estricto del cronograma del estudio a los tiempos de entrenamientos previstos por los directores técnicos de los deportistas. Es importante que frente a intervenciones futuras, pueda garantizarse el tiempo pertinente para la ejecución rigurosa de los planes de entrenamiento con el fin de obtener criterios de eficacia con base en el desarrollo pleno de las sesiones programadas.

6. CONCLUSIONES

En conclusión, puede decirse que la intención fundamental del entrenamiento de un bicicrosista el cual es mejorar su tiempo de vuelta, se alcanzó mediante la implementación del programa Squat Jump, por lo que al evidenciar su eficacia a partir de las significativas reducciones de los tiempos para la mayoría de deportistas participantes, se cuentan con suficientes evidencias experimentales para recomendar la implementación del Squat Juump en el bicicrocross, aunque las comparaciones establecidas con los resultados obtenidos en el fútbol, es un indicador de que probablemente se efectivo en disciplinas deportivas con características disímiles entre sí. En cuanto a la capacidad de salto, a pesar de no haberse dado mejoras significativas y a la falta de consistencia en los resultados obtenidos, no se puede concluir con certeza que este sea ineficaz, dado que las dificultades en la aplicación del cronograma afectaron los resultados, y también a que la implementación de programa en otros deportes ha mostrado beneficios significativos en este ítem de desempeño. Es por eso que en este aspecto queda como recomendación el que las características y exigencias de un programa establecido están definidas porque de ellas depende el éxito del mismo, para que se consigan los resultados esperados se deben seguir los procesos de manera rigurosa.

7. REFERENCIAS

- Adams, T. (1984). An investigation of selected plyometric training exercises on muscular leg strength and power. *Track and Field Quaterly Review*, 8:, 54-55 .
- American College of Sports Medicine. (1995). Fuerza Reactiva como una herramienta para el monitoreo de ejercicios pliométricos. *American College of Sports Medicine*.
- Barnes , M. (2003, Agosto). *Motricidad y persona*. Retrieved from Motricidad y persona: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=213&tp=s>
- Bompa , O. (2000). Periodizacion del entrenamiento deportivo . *Revista Digital E F deportes* , 11-80 .
- Bompa. (1995). periodización de la fuerza, la nueva onda en el Entrenamiento de la Fuerza,. *Ediciones Biosystem Servicio Educativo*.
- Bosco , C. (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. *Revista Eurovolley N° 1 - 2* , 50 - 54 .
- Bosco , C. (2004, Noviembre). *Consideraciones fisiológicas sobre los ejercicios de saltos verticales después de realizar caídas desde diferentes alturas*. Retrieved from www.efdeportes.com: www.efdeportes.com/efd78bosco.htm
- Bosco , C., & Komi , P. (1979). Potenciación del comportamiento mecánico del músculo esquelético humano con estiramientos previos.
- Bosco. (2000). La fuerza Muscular. Aspectos metodológicos. *Editorial Inde*, 45 - 50.
- Bosco, C. (1982). Consideraciones fisiológicas sobre la fuerza, la potencia. *Revista Eurovolley N° 1, y 2*, 67.
- Brooks , G. (2007). Lactate link between glycolytic and oxidative metabolism. In B. G, *Sport Med - Glycolytic and Metabolism* (pp. 341 - 343). California: berkeley.edu.
- Chojin. (n.d.). *deseo con voluntad* . Musico , Torrejon de Ardoz .
- Cometti , G. (1998). La pliometria . *INDE publicaciones Barcelona* , 11-80 .
- Diallo, O., Dore, E., Duche, P., & Van Praagh, E. (342-348). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, Estados Unidos .

- Ebben , W., & Jensen . (2003). In D. J. Garcia, *Programa de Entrenamiento para la mejora de la fuerza maxima y la potencia del tren inferior* (pp. 38 - 39 y 46). Sevilla : Wanceulen Editorial Deportiva .
- Favon. (2015). Relacion de las cualidades fisicas como fuerza explosiva o la resistencia a la fuerza. *Revista Alto Rendimiento*, 98 - 102.
- Ferragut, C., Cortadellas, J., & Arteaga, R. (2003). Predicción de la altura de salto vertical. Importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores. *European Journal of Human Movement*, 10, 7-22.
- Garcia , L., Herrero , A., & De Paz Fernández,, J. (2003). Metodología de entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 3, 190.
- Herrera , D., & Ruiz, A. (2006). Estrategia para el desarrollo de la capacidad de salto . *Publicacion de la revista Vitoria Barcelona* , 107.
- Mazzeo, E. (2008). Entrenamiennto de la capacidad de salto. In F. R. Facal, *Atletismo para todos*. Barcelona: Edit. Stadium.
- Muriel, X., Cámara-Tobalina, J., Fernández-López, J., & Pallares, J. (2012). Validez del test de salto para la valoración del rendimiento anaeróbico y la asimetría en el ciclismo de alto nivel. *Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 1(1), 39-46.
- Poole, W., & Maneval, M. (1987). The effects of two ten-week depth jumping routines on vertical jump performance as it relates to leg power. *Swiming Res.*, 11 - 14 .
- Robert, P., Cirer-Sastre, R., López-Laval, I., Matas-García, S., Álvarez-Herms, J., Julia-Sánchez, S., & Corbi, F. (2020). Relación entre capacidad de salto y rendimiento en ciclismo de BMX. *Apunts*(140), 37-43. doi:[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/2\).140.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/2).140.06)
- Roig, J. (2018). *Efecto del entrenamiento de la fuerza y su relación con el perfil de potencia en ciclismo*. Retrieved from ResearchGate:
https://www.researchgate.net/profile/Jose_Roig_Mari/publication/340769874_Efecto_del_entrenamiento_de_la_fuerza_y_su_relacion_con_el_perfil_de_potencia_en_ciclismo_TFM/links/5e9c819fa6fdcca789282f92/Efecto-del-entrenamiento-de-la-fuerza-y-su-relacion-con-

- Union Ciclistica Internacional UCI. (2016, febrero). UCI, reglamento BMX 2016. *UCI, reglamento Actualizado* . Medellin , Antioquia, Colombia: Coldeportes Nacional .
- Verkhoshansky. (1999). Todo sobre el método pliométrico. *Entrenamiento de la fuerza . Paidotribo*, Capítulos 1 y 2.
- Vittori, C. (2000). Fuerza especifica en el alto rendimiento con el metodo lastres/contrastes . In G. I. Cárdenas, *Fuerza especifica en el alto rendimiento con el metodo lastres/contrastes* . Madrid : Librerias Esteban Sanz S.L.
- Zabala, M., & Sanchez , M. (2009). Effects of the administration of feedback on performance of the BMX cycling start. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3),, 393 400.
- Zatsiorski, V., & Donskoi, D. (1988). Biomecánica de los ejercicios físicos. *Reduga*, 76.